نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۴۱۶-۴۰۵

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 3, Fall 2021, p. 405-416

مقاله علمی- پژوهشی

اثر افزودن سطوح مختلف ویتامین A به جیره‌های بر پایه گندم بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی

صغری حاتمی[۱]، محمدرضا اکبری[۲*]، فریبرز خواجعلی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۳

حاتمی، ص.، م. ر. اکبری، و ف. خواجعلی. ۱۴۰۰. اثر افزودن سطوح مختلف ویتامین A به جیره‌های بر پایه گندم بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۳(۳): ۴۱۶-۴۰۵.

چکیده

جهت ارزیابی اثر افزایش سطح ویتامین A در جیره‌های بر پایه گندم بر عملکرد، سیستم ایمنی، و هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی، ۲۰۰ قطعه جوجه‌خروس سویه راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های بر پایه گندم حاوی ویتامین A در سطوح ۱۵۰۰، ۴۵۰۰، ۷۵۰۰، ۱۰۵۰۰، و ۱۳۵۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم (IU/kg) بود. جهت بررسی پاسخ ایمنی، تزریق گلبول‌های قرمز خون گوسفند (SRBC) و آزمون حساسیت بازوفیلی پوستی (CBH) انجام شد. هضم‌پذیری مواد مغذی در ۲۱ روزگی اندازه‌گیری شد. در سن ۴۲ روزگی، ۲ پرنده از هر تکرار انتخاب و پس از خون‌گیری، کشته شد. جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته شیرابه هضمی، محتویات ژژنوم و ایلئوم نمونه‌گیری شد. برای بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدانی، غلظت مالون‌دی‌آلدهید (MDA) در نمونه‌های سرم اندازه‌گیری شد. سطوح مختلف ویتامین A تأثیری بر عملکرد، پاسخ CBH و قابلیت هضم مواد مغذی نداشت. ویتامین A در سطح ۱۳۵۰۰ IU/kg تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC را افزایش داد. سطوح متوسط ویتامین A (۴۵۰۰ و ۷۵۰۰) سبب کاهش غلظت MDA سرم شد. سطوح متوسط و بالای ویتامین A (۷۵۰۰ تا ۱۳۵۰۰) سبب کاهش ویسکوزیته محتویات ژژنوم و همچنین کاهش وزن نسبی کل دستگاه گوارش شد. ویتامین A در سطح ۴۵۰۰ IU/kg چربی بطنی را کاهش داد. ویتامین A در سطح ۷۵۰۰ IU/kg شاخص تولید را افزایش داد. به طور کلی با توجه به اثرات مثبت ذکر شده در فوق و همچنین با توجه به شاخص تولید و هزینه انجام شده به ازاء هر کیلوگرم افزایش وزن و تولید گوشت، استفاده از سطح ۷۵۰۰IU قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: چربی لاشه، دفاع آنتی‌اکسیدانی، ویتامین A، ویسکوزیته، هضم‌پذیری.

مقدمه

ذرت عمده‌ترین غله مورد استفاده در تهیه جیره‌های طیور بوده و به نوعی مهمترین منبع تأمین انرژی در این جیره‌ها به شمار می‌رود. در ایران نیز ذرت وارداتی به طور گسترده‌ای به عنوان منبع انرژی در جیره طیور خصوصاً جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود، ولی در شرایطی که واردات آن دچار اشکال شده یا قیمت آن بالا باشد، گندم جایگزین مناسبی محسوب می‌شود. یکی از مشکلات استفاده از گندم در جیره، وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (NSP) در این غله است که باعث افزایش ویسکوزیته مواد هضمی در روده کوچک شده که به دنبال آن کاهش هضم و جذب مواد مغذی (خصوصاً چربی) و کاهش بازدهی خوراک بروز می‌کند (۱۳). گندم از نظر محتوای ویتامین A فقیر است (۲۹). به علاوه، کاهش قابلیت هضم چربی جیره در نتیجه NSP موجود در گندم، منجر به کاهش جذب ویتامین A از جیره می شود. ویسکوزیته شیرابه هضمی سبب ایجاد تغییرات منفی در بافت پوششی و تکثیر سلول‌های مخاطی روده می شود (۷، ۲۸). خرم‌آبادی و همکاران (۱۷) بیان کردند که گندم به تنهایی حاوی

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشگاه شهرکرد، شهر کرد، ایران.
۲-استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۳-استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه شهرکرد، شهر کرد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: akbari-m@agr.sku.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v13i3.87540

مقادیر ناچیزی ویتامین A بوده و عدم استفاده از ویتامین A در مکمل‌های ویتامینی مورد استفاده در جیره‌های برپایه گندم سبب کاهش رشد، افزایش ویسکوزیته شیرابه دستگاه گوارش و اثرات منفی بر بافت پوششی روده می شود. با توجه به این که ویتامین A از جمله ویتامین‌های مهم در تولید و نگهداری بافت پوششی است (۵)، بنابراین در شرایط استفاده از جیره‌هایی که ویسکوزیته محتویات روده را افزایش می‌دهند (نظیر جیره‌های بر پایه گندم)، احتمالاً نیاز به ویتامین A جهت نگهداری بافت پوششی روده افزایش می‌یابد. لذا به نظر می‌رسد استفاده از سطوح بالاتر ویتامین A در جیره‌های بر پایه گندم تا حدودی بتواند کمبود ذاتی این ویتامین در گندم و کمبود ویتامینی ناشی از هضم نامناسب چربی را جبران و در جلوگیری از اثرات ضد تغذیه‌ای حاصل از این غله، مطلوب واقع شود. در این پژوهش، اثر افزودن ویتامین A در سطوح مختلف به یک جیره بر پایه گندم بر عملکرد، هضم پذیری مواد مغذی، پاسخ های ایمنی و دفاع آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار مورد استفاده قرار گرفت. جیره پایه برای دوره آغازین (صفر تا ۲۱ روزگی) و رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) بر اساس توصیه NRC (۲۱) و با استفاده از گندم به عنوان غله اصلی تهیه شد (جدول ۱). برای تهیه جیره پایه از مکمل ویتامینی فاقد ویتامین A استفاده شد. تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش عبارت بودند از: ۱) جیره پایه + ۱۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A در هر کیلوگرم، ۲) جیره پایه + ۴۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A در هر کیلوگرم، ۳) جیره پایه + ۷۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A در هر کیلوگرم، ۴) جیره پایه + ۱۰۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A در هر کیلوگرم، و ۵) جیره پایه + ۱۳۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A در هر کیلوگرم که برای دوره‌های آغازین (صفر تا ۲۱ روزگی) و رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) تهیه شدند. در طی آزمایش مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک به صورت دوره‌ای (آغازین، رشد و کل دوره پرورش) اندازه‌گیری و محاسبه شد.

جهت بررسی پاسخ ایمنی همورال، در این آزمایش از گلبول‌های قرمز خون گوسفند (SRBC) به عنوان آنتی‌ژن استفاده شد. محلول ۲ درصد SRBC در سن ۲۸ روزگی به ماهیچه ران دو پرنده از هر تکرار تزریق شد. هفت و ۱۴ روز پس از تزریق، خون‌گیری از سیاهرگ بال همان پرندگان انجام گرفت (۱۴). میزان تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC در سرم به دست آمده، با استفاده از روش سنجش مستقیم هماگلوتیناسیون تعیین گردید (۱۴). جهت بیان نتایج، لگاریتم بر مبنای دو معکوس ضریب رقت در آخرین چاهکی که در آن آگلوتیناسیون مشاهده شد به عنوان تیتر آنتی‌بادی تولید شده بر علیه SRBC گزارش شد.

به منظور بررسی پاسخ ایمنی سلولی، تست حساسیت بازوفیلی پوستی (CBH) در سن ۴۱ روزگی مطابق روش تشریح شده توسط محمدی و اکبری (۲۰) انجام شد. به طور خلاصه، دو پرنده از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و میزان ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول PHA-P (بهار افشان، تهران، ایران) در PBS (با غلظت ۱ میلی‌گرم در میلی لیتر) به پای راست هر پرنده، بین انگشت سوم و چهارم تزریق شد. جهت تصحیح برای پاسخ به PBS تنها، به طور هم‌زمان در هر پرنده میزان ۰/۱ میلی‌لیتر محلول PBS به پوست بین انگشت سوم و چهارم پای چپ تزریق شد. پس از گذشت ۱۲ و ۲۴ ساعت از تزریق، میزان تورم حاصل با استفاده از میکرومتر دیجیتال اندازه‌گیری شد. پاسخ CBH از تفاضل میزان ضخامت پوست پای راست بعد از تزریق PHA از ضخامت پوست پای چپ بعد از تزریق PBS محاسبه شد.

جهت بررسی قابلیت هضم ظاهری (TTAD) پروتئین خام (CP) و عصاره اتری (EE)، در سن ۱۸ روزگی اکسید کروم (Cr_2O_3) به میزان ۰/۳ درصد به عنوان یک مارکر خارجی به خوراک مصرفی جوجه‌ها اضافه شد. پس از طی یک دوره عادت‌پذیری، در سن ۲۱ روزگی و برای مدت ۲۴ ساعت (هر ۶ ساعت یک‌بار) فضولات هر یک از واحدهای آزمایشی به صورت جداگانه نمونه‌گیری شد. در انتهای ۲۴ ساعت، فضولات جمع‌آوری شده از هر واحد آزمایشی مخلوط شده و یک نمونه همگن گرفته شد و جهت انجام آزمایشات قابلیت هضم در دمای $-20^{\circ}C$ منجمد شد. از خوراک حاوی اکسید کروم نیز نمونه‌گیری صورت گرفت. نمونه‌های خوراک و فضولات سپس برای اندازه‌گیری CP (روش شماره 2001.11) و EE (روش شماره 920.39) مطابق با دستورالعمل AOAC (۲) مورد استفاده قرار گرفت. درصد اکسید کروم در نمونه‌های خوراک و فضولات با استفاده از روش تشریح شده توسط فنتون و فنتون (۱۲) اندازه‌گیری شد. در نهایت TTAD برای CP و EE با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{TTAD}(\%) = 100 - 100 \times \left(\frac{\%\ \text{chromium in feed}}{\%\ \text{chromium in excreta}} \times \frac{\%\ \text{nutrient in excreta}}{\%\ \text{nutrient in feed}}\right)$$

در پایان دوره آزمایش (سن ۴۲ روزگی) ۲ قطعه جوجه به صورت تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و پس از خون‌گیری کشته شد. پس از برش ناحیه شکم، اندام‌های گوارشی خارج شده و توزین شدند. بورس فابریسیوس، طحال، کبد و چربی

محوطه بطنی نیز هر یک به صورت جداگانه توزین شدند. سپس روده بار یک جدا شـــده و طول و وزن دئودنوم، ژژنوم، و ایلئوم اندازه‌گیری شـــد. در نهایت وزن کل لاشـــه آماده طبخ و بخش‌های مختلف لاشه اندازه‌گیری شده و بازدهی لاشه محاسبه شد.

جدول ۱- اجزای مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه

Table 1- Ingredients and chemical composition of basal diet

مواد خوراکی (درصد) Ingredients (%)	دوره آغازین (۱ تا ۲۱) Starter (1-21)	دوره رشد (۲۲ تا ۴۲) Grower (22-42)
گندم Wheat	53.47	60.86
کنجاله سویا Soybean meal	36.60	29.92
روغن سویا Soybean oil	6.07	5.87
کربنات کلسیم (صدف) Calcium carbonate	1.31	1.4
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.44	1.05
بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.16	0.14
نمک Salt	0.27	0.17
دی‌ال- متیونین DL-methionine	0.18	0.09
مکمل ویتامینی (عاری از ویتامین A)[۱] Vitamin premix (no vitamin A)[1]	0.25	0.25
مکمل معدنی[۲] Mineral premix[2]	0.25	0.25
ترکیب شیمیایی (درصد) Chemical composition (%)		
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/kg)	3000	3100
پروتئین خام Crude protein	21.56	19.37
کلسیم Calcium	0.937	0.874
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.422	0.34
لیزین Lysine	1.15	0.99
متیونین+سیستئین Methionine + cysteine	0.84	0.71

[۱]تامین کننده در هر کیلوگرم جیره: ۰/۰۵ میلی‌گرم ویتامین D3، ۴ میلی‌گرم ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K3، ۱/۸ میلی‌گرم تیامین، ۶/۶ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۹/۸ میلی‌گرم نیاسین، ۲۹/۷ میلی‌گرم پنتوتنات، ۱/۱۸ میلی‌گرم پریدوکسین، ۱ میلی‌گرم اسیدفولیک، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم کوبالامین، ۰/۱ میلی‌گرم بیوتین، ۵۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

[۲]تامین کننده در هر کیلوگرم جیره: ۷۶ میلی‌گرم منگنز، ۹۲/۵ میلی‌گرم روی، ۴۰ میلی‌گرم آهن، ۴ میلی‌گرم مس، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم، ۰/۶۴ میلی‌گرم ید.

[1]Provides per kg of diet: cholecalciferol, 0.05 mg; all-rac-α-tocopherol acetate, 4 mg; menadione (menadione sodium bisulphate), 2 mg; thiamine (thiamine mononitrate), 1.8 mg; riboflavin, 6.6 mg; Niacin, 9.8 mg; Ca-pantothenate, 29.7 mg; pyridoxine, 1.18 mg; folic acid, 1 mg; Cobalamin, 0.015 mg; D-biotin, 0.1 mg; choline chloride, 500 mg.

[2]Provides per kg of diet: 76 mg Mn (as MnO_2); 92.5 mg Zn; 40 mg Fe (as $FeSO_4 \cdot 7H_2O$); 4 mg Cu (as $CuSO_4 \cdot 5H_2O$); 0.64 mg I (as NaI); 0.2 mg Se (as $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$).

به منظور اندازه‌گیری ویسکوزیته شیرابه هضمی، پس از جمع‌آوری محتویات ژژنوم و ایلئوم و قرار دادن لوله‌های حاوی محتویات درون یخ، نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۵۰۰ ×g، شیرابه محتویات جدا شده و با استفاده از دستگاه ویسکومتر دیجیتال (Brookfield DV-II+pro, USA) ویسکوزیته هر یک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

به منظور بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدانی سرم خون، غلظت مالون‌دی‌آلدهید (MDA) در نمونه‌های سرمی حاصل از نمونه‌گیری در سن ۴۲ روزگی، بر اساس روش تشریح شده توسط سیاه‌تیری و همکاران (۲۵) اندازه‌گیری شد.

هزینه نسبی خوراک مصرفی به ازاء واحد وزن زنده و همچنین واحد وزن لاشه آماده طبخ، به صورت درصدی از هزینه خوراک مصرفی برای گروه مصرف کننده پایین‌ترین سطح ویتامین A در نظر گرفته شد. شاخص تولید (Production index) برای تیمارهای مختلف آزمایشی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{Production index} = \left(\frac{\%\ \text{liveability} \times \text{average live weight (kg)}}{\text{FCR} \times \text{production period (day)}}\right) \times 100$$

داده‌های حاصل از هر یک از بخش‌های آزمایش با استفاده از روش مدل های خطی عمومی (GLM)، نرم‌افزار SAS (۲۳) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. معنی‌داری اختلاف میان میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن امتحان گردید (۱۰).

جدول ۲- اثر سطوح مختلف ویتامین A در جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

Table 2-Effect of different vitamin A levels in diet on performance of broiler chickens

عملکرد Performance	دوره (روز) Period (d)	Vitamin A levels (IU) (واحد بین‌المللی) سطوح ویتامین A					SEM	P-value
		1500	4500	7500	10500	13500		
خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g)	1-21	978[a]	959[ab]	925[bc]	878[c]	907[c]	15.21	0.002
	22-42	2824	2927	2879	2753	2710	105.32	0.59
	1-42	3856	3783	3852	3587	3661	112.29	0.38
افزایش وزن (گرم) Weight gain (g)	1-21	644	656	658	593	588	21.91	0.09
	22-42	1358	1429	1488	1326	1392	85.44	0.71
	1-42	2002	2086	2146	1915	1985	93.75	0.47
ضریب تبدیل خوراک FCR (g/g)	1-21	1.51	1.46	1.4	1.49	1.53	0.039	0.24
	22-42	2.16	1.97	1.96	2.04	1.98	0.08	0.41
	1-42	1.93	1.81	1.79	1.87	1.84	0.04	0.30
شاخص تولید Production index	1-42	221[b]	267[ab]	276[a]	235[ab]	247[ab]	14.82	0.04
هزینه نسبی خوراک[1] (٪) Feed cost (%)[1]	Per kg LW	100	93.8	92.7	97.5	96.2	-	-
	Per kg carcass	100	94.0	96.3	98.0	99.1	-	-

[a,b] حروف غیر مشابه در هر ردیف، نشانه وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

[1] هزینه خوراک مصرفی که به صورت درصدی از هزینه خوراک برای پایین‌ترین سطح ویتامین A (۱۵۰۰ IU) بیان شده است؛ Per kg LW: به ازاء هر کیلوگرم وزن زنده؛ Per kg carcass: به ازاء هر کیلوگرم وزن لاشه آماده طبخ.

[a,b] Within each row, mean values with different superscripts are statistically different ($p<0.05$).

[1] Feed cost has been expressed as the percent of the lowest level of vitamin A (1500 IU); Per kg LW: per kg live weight; Per kg carcass: per kg ready to cook carcass weight.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به مصرف خوراک، افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، شاخص تولید و همچنین هزینه نسبی خوراک مصرفی به ازاء واحد وزن زنده و همچنین واحد وزن لاشه آماده طبخ، در تیمارهای مختلف آزمایشی در جدول ۲ قابل مشاهده است. میزان خوراک مصرفی در دوره آغازین بین تیمارهای آزمایشی متفاوت بود (p<۰/۰۵)، به نحوی که بیشترین مصرف خوراک در گروه مصرف‌کننده جیره حاوی ۱۵۰۰IU ویتامین A در هر کیلوگرم و کمترین مصرف خوراک در گروه‌های مصرف‌کننده جیره‌های حاوی ۱۰۵۰۰IU و ۱۳۵۰۰IU ویتامین A در هر کیلوگرم بود. به عبارت دیگر، در دوره آغازین تیمارهای ۴ و ۵ در مقایسه با تیمار ۱، مصرف خوراک کمتری داشتند (p<۰/۰۵). در عین حال، میزان مصرف خوراک در دوره رشد (۲۱ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره پرورش (۱ تا ۴۲ روزگی)، در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداد (p>۰/۰۵).

علت این امر احتمالاً می‌تواند به وجود ذخایر ویتامین A در کیسه زرده در اوایل دوره رشد نسبت داده شود. با توجه به این نتایج، به نظر می‌رسد که وجود ذخایر زرده‌ای ویتامین A در اوایل دوره رشد، نیاز به ویتامین A در این دوره را نسبت به دوره‌های بعدی کاهش می‌دهد، به این معنی که تأمین سطوح بالاتر ویتامین A در جیره در اوایل دوره رشد می‌تواند سریع‌تر منجر به بروز علائم مسمومیت با این ویتامین و کاهش مصرف خوراک در این دوره شود. گزارش شده است که سطوح بالای ویتامین A، به طور منفی پا سخ‌های مرتبط با و ضعیت ویتامین D_3 (نظیر سطح کلسیم پلاسما، خاکستر استخوان، ریکتز و رشد) در جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار داده است (۱). این امر به احتمال زیاد در نتیجه رابطه تضاد موجود بین ویتامین‌های A و D_3 بوده است.

سطوح مورد استفاده ویتامین A در این آزمایش، تأثیری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های آغازین، رشد و همچنین کل دوره پرورش نداشت (p>۰/۰۵). در عین حال، از نظر عددی تیمار ۳ (گروه مصرف‌کننده جیره حاوی۷۵۰۰IU ویتامینA در هر کیلوگرم) در مقایسه با سایر گروه‌ها، بیشترین افزایش وزن بدن و کمترین ضریب تبدیل خوراک را در هر یک از دوره‌های پرورش و همچنین کل دوره پرورش، به خود اختصاص داد (جدول ۲). به علاوه، تیمارهای ۴ و ۵ (به ترتیب، حاوی ۱۰۵۰۰IU و ۱۳۵۰۰IU ویتامینA در هر کیلوگرم) تمایل به کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن، و همچنین افزایش ضریب تبدیل خوراک داشتند (جدول ۲). لذا به نظر می‌رسد که افزایش سطح ویتامین A در جیره‌های بر پایه گندم به بیش از ۷۵۰۰IU در هر کیلوگرم، احتمالاً تأثیری در بهبود عملکرد نداشته و حتی می‌تواند منجر به بروز تأثیرات منفی بر عملکرد شود. این امر می‌تواند به رابطه تضاد موجود بین ویتامین‌های محلول در چربی، خصوصاً ویتامین‌های A، D_3، و E نسبت داده شود، به گونه‌ای که افزایش بیش از حد یکی از این ویتامین‌ها در جیره می‌تواند به صورت منفی جذب دو ویتامین دیگر را تحت تأثیر قرار دهد (۸، ۱۹). در آزمایشی دیگر، افزودن بتا-کاروتن به صورت مکمل به جیره جوجه‌های گوشتی تأثیری بر رشد و عملکرد آنها نداشته است (۱۶).

بالاترین شاخص تولید در گروه مصرف کننده جیره حاوی۷۵۰۰IU ویتامینA در هر کیلوگرم مشاهده شد که تفاوت آن با گروه مصرف کننده جیره حاوی۱۵۰۰IU ویتامینA در هر کیلوگرم معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). این امر می‌تواند به دلیل حصول ضریب تبدیل کمتر و افزایش وزن بیشتر در گروه مصرف کننده جیره حاوی۷۵۰۰IU ویتامینA در هر کیلوگرم باشد. همچنین کمترین هزینه نسبی خوراک به ازاء تولید هر کیلوگرم وزن زنده و وزن لاشه به ترتیب در گروه‌های مصرف کننده جیره حاوی۷۵۰۰IU ویتامینA در هر کیلوگرم و ۴۵۰۰IU ویتامین A در هر کیلوگرم بدست آمد (جدول۲).

نتایج مربوط به تست SRBC، پاسخ CBH، غلظت MDA و وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس در جدول ۳ آورده شده است. افزودن ویتامین A در سطح ۱۳۵۰۰IU در هر کیلوگرم جیره سبب بهبود تیتر آنتی بادی علیه SRBC در ۷ روز پس از تزریق شد (p<۰/۰۵). مشابه با این یافته، کاراداس و همکاران (۱۶) با افزودن بتا-کاروتن به جیره جوجه‌های گوشتی، بهبود پاسخ آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل را گزارش کردند. بهبود پاسخ های ایمنی در جوجه‌های گوشتی با افزودن پیش سازهای ویتامین A (کاروتنوئیدها) به جیره گزارش شده است (۱۵). همچنین، بهاری و همکاران (۴) گزارش کردند که با افزایش غلظت ویتامین A از ۶۰۰۰ به ۱۲۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم خوراک، افزایش معنی‌داری در عکس‌العمل سیستم ایمنی هومورال مشاهده نشد؛ اما با افزایش سطح این ویتامین به ۱۸۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم خوراک، بیشترین تولید آنتی‌بادی بر ضد SRBC مشاهده شد. راس (۲۲) نشان داد که تولید آنتی‌بادی در جوجه‌هایی که ویتامین A کافی دریافت نکرده بودند کمتر از جوجه‌هایی بود که با مقدار مناسب ویتامین A تغذیه شدند. همچنین این محققین نشان دادند که افزودن ویتامین A به جیره می‌تواند باعث افزایش تولید سیتوکین از نوع لمفوکین، تکثیر لنفوسیت‌ها، افزایش فعالیت سلول‌های کشنده طبیعی (NK) و فاگوستیوز شود. به علاوه، اسکلان و داناقو (۲۷) نشان دادند که افزایش سطح ویتامین A در خوراک باعث افزایش تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس آبله و نیوکاسل می‌شود. از سوی دیگر، نشان داده شده است که کمبود ویتامین A باعث افزایش تلفات ناشی از بیماری نیوکاسل می‌شود (۲۶).

افزودن ویتامین A به جیره‌های بر پایه گندم در سطوح مورد استفاده در این آزمایش، تأثیری بر پا سخ CBH در ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از تزریق PHA نداشت (p>۰/۰۵). پاسخ CBH در طیور به عنوان یک پا سخ ایمنی سلولی در نظر گرفته شده و معمولاً به عنوان معیاری آسان جهت برر سی ایمنی سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱). عدم تأثیر سطوح مختلف ویتامین A بر پاسخ CBH در این آزمایش می‌تواند نشان دهنده اهمیت کمتر این ویتامین در پا سخ‌های ایمنی با واسطه سلولی در مقایسه با تولید آنتی‌بادی باشد (۲۴).

افزودن ویتامین A در سطوح ۴۵۰۰IU و ۷۵۰۰IU در هر کیلوگرم جیره سبب کاهش غلظت MDA در سرم شد (p<۰/۰۵). میزان MDA که یکی از محصولات پراکسیداسیون لیپیدها در بدن به شمار می‌رود، به عنوان شاخصی از آسیب اکسیداتیو مورد توجه است. کاهش غلظت MDA در نتیجه بالا بردن سطح ویتامین A در جیره نشان دهنده اثرات آنتی‌اکسیدانی این ویتامین می‌باشد. در توافق با نتایج این پژوهش، کاراداس و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که استفاده از مکمل بتا کاروتن در جیره سبب افزایش قدرت دفاع آنتی‌اکسیدانی در پلاسما و کبد جوجه‌های گوشتی شده است. اثر سطوح مختلف ویتامین A در این آزمایش بر وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس

معنی‌دار نشد (p>۰/۰۵). بر خلاف این یافته، دی‌ویس و سل (۹) رشد کمتر تیموس و بورس فابریسیوس را در اثر کمبود ویتامین A در جوجه‌های گوشتی نشان دادند.

جدول ۳- اثر سطوح ویتامین A در جیره بر پاسخ SRBC (log_2 معکوس ضریب رقت)، پاسخ CBH (میکرومتر)، غلظت مالون دی‌آلدهید (میکرو مول/لیتر) و وزن اندام‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی

Table 3- Effect of different vitamin A levels in diet on antibody titers against SRBC (log2 of reciprocal dilution factor), CBH response (µm), malondialdehyde (µmol/l) and immune organ weights in broiler chickens

	Vitamin A levels (IU) سطوح ویتامین A (واحد بین‌المللی)					SEM	P-value
	1500	4500	7500	10500	13500		
پاسخ SRBC							
۷ روز پس از تزریق 7 days post injection	4.39[b]	5.00[ab]	4.82[ab]	5.25[ab]	6.25[a]	0.48	0.05
۱۴ روز پس از تزریق 14 days post injection	4.50	4.67	4.82	5.50	5.25	0.52	0.45
پاسخCBH							
۱۲ ساعت پس از تزریق 12 hrs post injection	708	682	637	454	509	133.1	0.35
۲۴ ساعت پس از تزریق 24 hrs post injection	628	653	593	464	499	150.8	0.71
مالون دی‌آلدهید Malondialdehyde (µmol/l)	0.63[a]	0.42[b]	0.36[b]	0.45[ab]	0.46[ab]	0.07	0.05
وزن نسبی طحال (٪) Spleen (%)	0.117	0.104	0.121	0.114	0.128	0.015	0.91
وزن نسبی بورس (٪) Bursa of Fabricius (%)	0.142	0.146	0.170	0.193	0.172	0.035	0.54

[a,b] حروف غیر مشابه در هر ردیف، نشانه وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

[a,b] Within each row, mean values with different superscripts are statistically different (p<0.05).

نتایج مربوط به طول، وزن نسبی و ویسکوزیته محتوای روده باریک در جدول ۴ آورده شده است. افزودن ویتامین A به جیره بر پایه گندم تأثیر معنی‌داری بر طول بخش‌های مختلف روده باریک و وزن نسبی دئودنوم و ژژنوم نداشت (p>۰/۰۵). در عین حال، افزودن ویتامین A به جیره در سطوح ۴۵۰۰IU و ۷۵۰۰IU در هر کیلوگرم سبب کاهش وزن نسبی ایلئوم در مقایسه با سطح ۱۵۰۰IU در هر کیلوگرم شد (p<۰/۰۵). همچنین افزودن ویتامین A به جیره در سطوح بالاتر از ۱۵۰۰IU در هر کیلوگرم سبب کاهش وزن نسبی کل دستگاه گوارش شد (p<۰/۰۵). به علاوه، افزایش سطح ویتامین A در جیره بر پایه گندم به بیش از ۷۵۰۰IU در هر کیلوگرم باعث کاهش میزان ویسکوزیته محتویات ژژنوم شد (p<۰/۰۵). البته، افزایش سطح ویتامین A در جیره تأثیر معنی‌داری بر میزان ویسکوزیته محتویات ایلئوم نداشت (p>۰/۰۵).

پس از خورده شدن دانه گندم، بخش پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول در آب نظیر آرابینوزایلان‌ها، بتاگلوکان‌ها و پکتین، حل شده و محلول چسبناکی تولید می‌کنند که موجب افزایش ویسکوزیته مواد هضمی می شود. افزایش ویسکوزیته به دلیل جذب آب توسط این ترکیبات باعث افزایش ماندگاری و کاهش سرعت عبور مواد در دستگاه گوارش می‌شود (۶). افزایش ویسکوزیته محتویات روده، قادر است به طور مستقیم و از طریق تأثیر بر انتشار اجزای محلول در فاز آبی حفره روده و نیز به واسطه افزایش ضخامت مؤثر لایه آب ساکن در جدار مخاطی روده، قابلیت هضم تمامی مواد مغذی را کاهش دهد (۱۸). به طور کلی، چنانچه عمل هضم به واسطه کیفیت اجزای تشکیل دهنده جیره، فعل و انفعالات میکروبی و یا عوامل ضد تغذیه‌ای، به طور مداوم تحت شرایط نامطلوبی قرار داشته باشد، آنگاه واکنش دستگاه گوارش، افزایش اندازه (سطح) و تولید بیشتر آنزیم‌های گوارشی خواهد بود. کاهش وزن نسبی مشاهده شده برای کل دستگاه گوارش و ایلئوم در نتیجه افزایش سطح ویتامین A در جیره، می‌تواند به دلیل اثرات سطوح بالاتر ویتامین A در جهت کاهش ویسکوزیته محتویات هضمی ایجاد شده باشد. به طوریکه، کاهش ویسکوزیته محتویات هضمی سبب حذف مکانیسم‌های سازگاری ذکر شده در فوق شده و در نتیجه وزن دستگاه گوارش نیز کاهش یافته است. در تطابق با این یافته، خرم آبادی و همکاران (۱۷) نیز بیان کردند که کمبود ویتامین A در جیره بر پایه گندم سبب افزایش ویسکوزیته محتویات گوارشی شده در حالی که افزودن ویتامین A به جیره در سطوح مازاد بر احتیاجات، دارای اثرات کاهشی

بر ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش بوده است. گزارش شده که کمبود رتینول در جیره باعث ایجاد تغییرات نامطلوب در سلول‌های بافت پوششی در حیوانات شده به طوری که در اثر این کمبود، پرزهای کراتینه جایگزین سلول‌های نرمال استوانه‌ای در بافت پوششی می‌شوند؛ که با اضافه کردن ویتامین A به جیره این تغییرات بهبود یافته است (۵). در تطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، خرم آبادی و همکاران (۱۷) نیز بیان کردند که بیشترین وزن نسبی روده در گروه مصرف‌کننده جیره فاقد ویتامین A مشاهده شده است. این تأثیر می‌تواند به دلیل کاهش رشد سایر بافت‌ها در مقایسه با دستگاه گوارش به دلیل کمبود ویتامین A و همچنین رشد جبرانی بافت‌های دستگاه گوارش در جهت حداکثر کردن جذب باشد.

جدول ٤- اثر سطوح ویتامین A در جیره بر طول، وزن نسبی (گرم/۱۰۰ گرم وزن زنده) و ویسکوزیته محتویات روده باریک جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 4- Effect of different vitamin A levels in diet on intestinal length, relative weight (g/100 body weight), and viscosity in broiler chickens on day 42

	Vitamin A levels (IU) (سطوح ویتامین A (واحد بین‌المللی)					SEM	P-value
	1500	4500	7500	10500	13500		
Intestinal length (cm) طول روده							
دئودنوم Duodenum	36.5	35.4	36.2	34.7	37.4	1.96	0.38
ژژنوم Jejunum	81.7	86.2	83.5	80.2	85.3	3.47	0.64
ایلئوم Ileum	57.6	55.7	55.2	56.5	59.7	3.15	0.87
Intestinal weight (%) وزن روده							
دئودنوم Duodenum	1.00	0.86	0.81	0.91	0.99	0.124	0.22
ژژنوم Jejunum	1.83	1.56	1.69	1.85	1.81	0.221	0.82
ایلئوم Ileum	1.15[a]	0.84[b]	0.81[b]	0.94[ab]	0.90[ab]	0.114	0.05
وزن کل دستگاه گوارش (٪) Total GI weight (%)	9.56[a]	6.91[b]	6.93[b]	7.32[b]	6.73[b]	0.531	0.03
Viscosity (cp) (cp) ویسکوزیته محتویات							
ژژنوم Jejunum	5.45[a]	5.18[a]	3.71[b]	4.02[ab]	3.65[b]	0.445	0.04
ایلئوم Ileum	6.76	5.36	4.11	5.09	4.90	0.897	0.51

[a,b] حروف غیر مشابه در هر ردیف، نشانه وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است ($p<0.05$).

[a,b] Within each row, mean values with different superscripts are statistically different ($p<0.05$).

نتایج مربوط به تأثیر افزایش سطح ویتامین A در جیره بر پایه گندم بر بازدهی لاشه و وزن نسبی اندام‌ها در جدول ۵ آورده شده است. تفاوتی بین تیمارها در بازدهی لاشه و همچنین وزن نسبی سینه، بال‌ها، کبد، پیش‌معده و سنگدان مشاهده نشد (p>۰/۰۵). در عین حال، افزودن ویتامین A به جیره در سطوح ۱۰۵۰۰IU و ۱۳۵۰۰IU در هر کیلوگرم سبب افزایش وزن نسبی ران‌ها در مقایسه با سطح ۱۵۰۰IU در هر کیلوگرم شد (p<۰/۰۵). همچنین، افزودن ویتامین A به جیره در سطح ۴۵۰۰IU در هر کیلوگرم سبب کاهش وزن نسبی چربی محوطه بطنی در مقایسه با سطح ۱۵۰۰IU در هر کیلوگرم شد (p<۰/۰۵). خرم آبادی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که کمبود ویتامین A در جیره جوجه‌های گوشتی منجر به کاهش بازدهی لاشه در ۴۲ روزگی شد. آنها همچنین گزارش کردند که کمبود ویتامین A در جیره سبب کاهش وزن نسبی سینه در مقایسه با سایر تیمارها شد که این کاهش به موازات افزایش وزن نسبی بال‌ها بود. ویتامین A دارای نقش‌های گسترده‌ای در بدن بوده و از طریق تأثیر بر هسته سلول در رشد و نمو طبیعی بافت‌ها و اندام‌های بدن موثر است (۵). بیشتر بودن چربی محوطه بطنی در گروه دارای کمترین سطح ویتامین A در جیره را می‌توان به اثرات این ویتامین در رشد و توسعه بافت‌ها نسبت داد، به این صورت که کمبود ویتامین A از طریق ایجاد نقص در رشد و نمو بافت‌ها احتمالاً منجر به کاهش استفاده از انرژی در رشد بافت‌ها شده و در نتیجه مازاد انرژی به صورت چربی در لاشه ذخیره شده است.

نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف ویتامین A در جیره بر قابلیت هضم ظاهری CP و EE در جدول ۶ آورده شده است. افزودن سطوح

مختلف ویتامین A به جیره بر پایه گندم تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری CP و EE در جوجه های گوشتی نداشت (p<۰/۰۵). خرمآبادی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که کمبود ویتامین A در جیره‌های بر پایه گندم (جیره عاری از ویتامین A افزودنی) باعث افت شدید در قابلیت هضم پروتئین خام و چربی خام در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی شد.

جدول ۵- اثر سطوح ویتامین A در جیره بر بازدهی و خصوصیات لاشه (گرم/۱۰۰ گرم وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 5- Effect of different vitamin A levels in diet on carcass yield and characteristics (g/100 body weight) in broiler chickens on day 42

	Vitamin A levels (IU) (واحد بین‌المللی) سطوح ویتامین A					SEM	P-value
	1500	4500	7500	10500	13500		
Carcass yield (%) بازدهی لاشه							
کل لاشه Whole carcass	73.4	73.5	71.8	72.9	72.4	1.02	0.35
ران‌ها Legs (drumsticks + thighs)	17.2[b]	19.6[ab]	19.5[ab]	21.5[a]	20.5[a]	0.81	0.05
سینه Breast	22.0	22.7	23.1	22.4	22.2	0.75	0.91
بال‌ها Wings	7.9	7.7	7.5	8.0	7.7	0.35	0.25
Organs weight (%) وزن اندامها							
پیش‌معده Proventriculus	0.43	0.44	0.40	0.48	0.41	0.04	0.75
سنگدان Gizzard	1.65	1.68	1.50	1.69	1.64	0.13	0.88
کبد Liver	2.25	2.43	2.35	2.15	2.27	0.15	0.68
چربی محوطه بطنی Abdominal fat	1.76[a]	1.23[b]	1.31[ab]	1.67[ab]	1.35[ab]	0.14	0.04

[a,b] حروف غیر مشابه در هر ردیف، نشانه وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

[a,b] Within each row, mean values with different superscripts are statistically different (p<0.05).

در عین حال، این محققین گزارش کردند زمانی که سطح ویتامین A جیره به بیش از سطوح رایج در جیره‌های معمولی (۹۰۰۰IU در کیلوگرم) افزایش یافت، بهبود در قابلیت هضم پروتئین خام و چربی خام مشاهده شد. آذردست (۳) سطوح مختلف ویتامین‌های A و D_3 را به یک جیره بر پایه گندم اضافه کرد و گزارش نمود که افزایش سطح ویتامین A در جیره تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشته در حالی که افزایش سطح ویتامین D_3 در جیره باعث بهبود قابلیت هضم چربی خام شد.

جدول ۶- اثر سطوح ویتامین A در جیره بر قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و عصاره اتری در جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی

Table 6- Effect of different vitamin A levels in diet on apparent digestibility of crude protein and ether extract in broiler chickens measured on day 42

قابلیت هضم مواد مغذی (٪) Nutrients digestibility (%)	Vitamin A levels (IU) (واحد بین‌المللی) سطوح ویتامین A					SEM	P-value
	1500	4500	7500	10500	13500		
عصاره اتری Ether Extract	86.1	85.92	88.2	87.0	86.3	1.30	0.31
پروتئین خام Crude protein	77.1	75.4	77.0	78.4	77.8	0.91	0.27

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن ویتامین A در سطح IU ۷۵۰۰ در هر کیلوگرم به جیره‌های بر پایه گندم در تغذیه جوجه‌های گوشتی، تأثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشته ولی

می‌تواند در دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن، کاهش ویسکوزیته محتویات ژژنوم و کاهش وزن نسبی دستگاه گوارش نقش داشته باشد. همچنین افزودن ویتامین A در سطح ۷۵۰۰IU در هر کیلوگرم جیره سبب بهبود شاخص تولید و کاهش هزینه تولید به ازاء واحد وزن زنده و وزن لاشه شد. در عین حال، به نظر می‌رسد جهت تقویت سیستم ایمنی هومورال (تولید آنتی‌بادی)، به سطوح بالاتر ویتامین A نیاز است. همچنین با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد ویتامین A در سطوح بالاتر از احتیاجات در جیره می‌تواند در کاهش چربی لاشه جوجه‌های گوشتی مؤثر واقع شود.

منابع

1. Aburto, A., and W. M. Britton. 1998. Effects and interactions of dietary levels of vitamins A and E and cholecalciferol in broiler chickens. Poultry Science, 77(5):666-673.
2. AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Washington, DC.
3. Azardast, O. 2017. Effect of additional supplementation of a wheat-based diet with vitamins A and D3 on performance and digestibility of nutrients in broilers. MSc thesis. Shahrekord University, Shahrekord, Iran. (In Persian)
4. Bahari, R., M. Shivazad, and F. Eftekhari. 2006. Effect of vitamin A and vitamin E on humoral immune response of commercial layer chicks and khorasan region native chick. Journal of Agricultural Sciences, 12(1):191-202. (In Persian)
5. Berdanier, C. D. 1997. Advanced Nutrition: Micronutrients. CRC Press, Boca Raton, USA.
6. Buchanan, N. P., L. B. Kimbler, A. S. Parsons, G. E. Seidel, W. B. Bryan, E. E. Felton, and J. S. Moritz. 2007. The effect of non-starch polysaccharides enzyme addition and dietary energy restriction on performance and carcass quality of organic broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research, 16(1):1-12.
7. Choct, M., and G. Annison. 1992. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut micro flora. British Poultry Science, 33(4):821-834.
8. Combs, G. F. 1976. Differential effects of high dietary levels of vitamin A on the vitamin E-selenium nutrition of young and adult chickens. The Journal of Nutrition, 106(7):967-975.
9. Davis, C. Y., and J. L. Sell. 1983. Effects of all-trans retinol and retinoic acid nutrition on the immune system of chicks. The Journal of Nutrition, 113(10):1914-1919.
10. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11(1):1–42.
11. Erf, G. F. 2004. Cell-mediated immunity in poultry. Poultry Science, 83(4):580-590.
12. Fenton, T. W., and M. Fenton. 1979. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. Canadian Journal of Animal Science, 59(3):631-634.
13. Gous, R. M., and P. A. Iji. 2001. Evaluating the route of administration of an exogenous microbial enzyme for broiler chicken. Journal of Applied Poultry Research, 10(2):150-153.
14. Haghighi, H. R., J. Gong, C. L. Gyles, M. A. Hayes, B. Sanei, P. Parvizi, H. Gisavi, J. R. Chambers, and S. Sharif. 2005. Modulation of antibody-mediated immune response by probiotics in chickens. Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology, 12(12):1387-1392.
15. Kalislar, S. 2019. The important of beta carotene on poultry nutrition. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 33(3):256-263.
16. Karadas, F., S. Erdugan, D. Kor, G. Oto, and M. Uluman. 2016. The effects of different types of antioxidants (Se, vitamin E and carotenoids) in broiler diets on the growth performance, skin pigmentation and liver and plasma antioxidant concentrations. Brazilian Journal of Poultry Science, 18(1):101-116.
17. Khoramabadi, V., M. R. Akbari, F. Khajali, H. Noorani, and E. Rahmatnejad. 2014. Influence of xylanase and vitamin A in wheat-based diet on performance, nutrients digestibility, small intestinal morphology and digesta viscosity in broiler chickens. Acta Scientiarum Animal Sciences, 36(4):379- 384.
18. Lazaro, R., M. A. Latorre, P. Medel, M. Gracia, and G. G. Mateos. 2004. Feeding regimen and enzyme supplementation to rye-based diets for broilers. Poultry Science, 83(2):152–160.
19. March, B. E., E. Wong, L. Seier, J. Sim, and J. Biely. 1973. Hypervitaminosis E in the chick. The Journal of Nutrition, 103(3):371-377.
20. Mohammadi, B., and M. R. Akbari. 2017. Effects of zinc oxide nanoparticles on immune system function, antioxidant status, and performance of broiler chickens fed wheat-based diets. Journal of Animal Science Researches, 27(1):103-114. (In Persian).
21. National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
22. Ross, A. C. 1992. Vitamin A status: relationship to immunity and the antibody response. Experimental Biology and Medicine, 200(3):303–320.
23. SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.

24. Sepehri Moghaddam, H., and M. Emadi. 2014. The effect of threonine and vitamin A on immune system in broiler chickens. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(3):756-763.
25. Siahtiri, S., M. R. Akbari, F. Khajali, and H. Hassanpour. 2015. Effect of dietary dried or fresh ground garlic on growth performance and pulmonary hypertensive response in broiler chickens fed on high energy diets and reared at high altitude. Journal of Research in Animal Nutrition, 1(2):29-37. (In Persian)
26. Sijtsma, S. R., C. E. West, Jan H. W. M. Rombout, and A. J. Van Der Zijpp. 1989. Effect of Newcastle disease virus infection on vitamin A metabolism in chickens. The Journal of Nutrition, 119(6):940–947.
27. Sklan, D., and S. Donoghue. 1982. Vitamin E response to high dietary vitamin A in the chick. The Journal of Nutrition, 112(4):759–765.
28. Van Der Klis, J. D., M. W. A. Verstegen, and A. Van Voorst. 1993. Effect of a soluble polysaccharide (carboxy methyl cellulose) on the absorption of minerals from the gastrointestinal tract of broilers. British Poultry Science, 34(5):985- 997.
29. Whitehead, C. C. 2002. Vitamins in feedstuffs. Pages 181-190 in Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value. J. M. McNab and K. N. Boorman, ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 3, Fall 2021, p. 405-416

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۴۱۶-۴۰۵

Evaluation of performance, nutrients digestibility, and immune system responses in broiler chickens fed on wheat-based diet supplemented with different levels of vitamin A

Soghra Hatami[1], Mohammad Reza Akbari[2*], Fariborz Khajali[3]

Submitted: 30-06-2020
Accepted: 24-10-2020

Hatami, S., M. R. Akbari, and F. Khajali. 2021. Evaluation of performance, nutrients digestibility, and immune system responses in broiler chickens fed on wheat-based diet supplemented with different levels of vitamin A. Iranian Journal of Animal Science Research 13(3):405-416.

Introduction Wheat is one of the important ingredients for preparing poultry diets. However, wheat contains some anti-nutritional factors such as non-starch polysaccharides (NSP) which enhance digesta viscosity and thus decrease nutrients digestion and absorption. These negative effects could damage performance and feed efficiency. Increase in digesta viscosity also imposes negative effects regarding intestinal epithelium. Vitamin A (vitA) is an important nutrient in maintaining the health of intestinal epithelium. Since wheat is deficient in vitA content and also wheat-based diets (WBD) can cause less vitA absorption from the intestinal lumen (by disturbing lipid digestion and absorption), it seems that supplementation of the WBD with vitA would be effective in mitigating some of the anti-nutritional effects of the WBD.

Materials and Methods In this study, the effect of a WBD supplemented with different levels of vitA on performance and immune system of broiler chickens were investigated. Five dietary treatments were prepared as follow: 1) WBD supplemented with 1500 IU vitA/kg (control); 2) WBD supplemented with 4500 IU vitA/kg; 3) WBD supplemented with 7500 IU vitA/kg; 4) WBD supplemented with 10500 IU vitA/kg; and 5) WBD supplemented with 13500 IU vitA/kg. Two hundred Ross 308 male day-old broiler chicks in a completely randomized design with four replicates of ten chicks per each were used. Feed intake (FI), body weight gain (BWG), and feed to gain ratio (FCR) were recorded periodically during the experiment. Sheep red blood cells (SRBC) antigen (2%) was injected to thigh muscle of two birds from each replicate on day 28. Seven and 14 days after injection, blood samples were collected and antibody titers against SRBC were measured. In order to evaluate cutaneous basophil hypersensitivity (CBH) response, on day 41, eight chicks per treatment were randomly selected and phytohemagglutinin (PHA-P) was injected (100 µg) subcutaneously into toes web of each bird. 12 and 24 hours after injection, the thickness of the web was measured and CBH response was calculated. At the end of the experimental period (day 42), two chickens from each replicate were selected randomly and euthanized. Abdominal cavity was opened and digestive organs as well as the spleen, bursa of Fabricius, liver, and abdominal fat pad were excised and weighted. The small intestinal parts including duodenum, jejunum, and ileum were excised, weighted, and measured in length. Afterward, the whole carcass and carcass parts were weighted. The weight of each organ was then expressed compared to the live body weight. For the viscosity measurement, jejunal and ileal contents were collected and centrifuged (500 ×g, 15 min). The supernatants were then used for the viscosity measurement. Serum malondialdehyde (MDA) was measured as an indicator of lipid peroxidation. For measurement of total tract apparent digestibility (TTAD) of nutrients, chromium oxide (Cr_2O_3) was used in diets as an external marker. On day 21, samples of excreta were collected every 6 hour (four samples during

1- M.Sc. Graduate, Department of Animal Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3- Professor, Department of Animal Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
(*- Corresponding author email: akbari-m@agr.sku.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v13i3.87540

24 hours) and pooled. Feed and excreta samples were then analyzed for crude protein (CP) and ether extract (EE). Chromic oxide concentration in feed and excreta samples was measured and TTAD of CP and EE were then calculated. The collected data were analyzed using the general linear model (GLM) procedure of the SAS software.

Results and Discussion In starter period, supplementing the WBD with 10500 or 13500 IU vitA/kg, significantly reduced FI compared to groups consuming 1500 or 4500 IU vitA/kg of diet. This could be attributed to vitA reservoir in yolk sac at the life beginning which increases the probability of vitA toxicity with higher levels of vitA in early growth period. No significant difference was found for FI among treatment groups during grower period (22-42 days of age) as well as entire period (1-42 days of age) of the experiment. VitA at different levels used in this study, had no significant effect on BWG and FCR during starter, grower, and the entire period of the experiment. The highest production index was seen in the group receiving the diet supplemented with 7500 IU vitA/kg. Furthermore, the lowest relative feed cost per kg of live weight or carcass weight were seen in groups receiving diet supplemented with 7500 and 4500 IU vitA/kg, respectively. Feeding WBD containing 13500 IU vitA/kg caused a significant increase in anti-SRBC titer on 7 days after injection, compared to control group. According to this result, it seems that high level of dietary vitA (13500 IU/kg) would be effective in stimulating antibody-mediated immunity in broiler chickens. Improvement in humoral immune responses of broiler chickens by supplemental vitA has been reported in other studies. No significant difference was seen regarding CBH response on 12 and 24 hours after PHA injection, among treatment groups. There was no significant difference among treatment groups as for spleen and bursa of Fabricius weights. VitA at levels of 4500 and 7500 IU/kg of diet, caused a significant decrease in serum MDA concentration. Decrease in serum MDA concentration by increasing dietary vitA level indicates anti-oxidative effects of this vitamin. Supplementation of the WBD with vitA at levels used in this study had no significant effect on the length and weight of duodenum and jejunum. However, vitA at 4500 and 7500 IU/kg of diet, decreased ileum relative weight. Digesta viscosity in the jejunum was decreased by dietary vitA at levels higher than 7500 IU/kg. In addition, abdominal fat pad weight was decreased by supplemental vitA at 4500 IU/kg of diet, comparing to the control. Supplementing the WBD with different levels of vitA had no significant effect on the TTAD of CP and EE.

Conclusion The results of this study showed that supplementation of the WBD with vitA at 7500 IU/kg, would not affect performance but could stimulate humoral immune response (antibody production) and anti-oxidative defense of the broiler chickens. Also, vitA supplementation at the level of 7500 IU/kg of the diet improved production index and decreased feed cost per kg of live weight. Furthermore, it has been evidenced that higher levels of supplemental vitA (more than 1500 IU/kg as the requirements) could be effective in decreasing abdominal fat pad in broiler chickens.

Keywords: Anti-oxidative defense, Carcass fat, Digestibility, Viscosity, Vitamin A.